

Normas DRIS regionais e inter-regionais na avaliação nutricional de café Conilon

Paulo Guilherme Salvador Wadt⁽¹⁾ e Jairo Rafael Machado Dias⁽²⁾

⁽¹⁾Embrapa Acre, BR 364, Km 14, Caixa Postal 321, CEP 69908-970 Rio Branco, AC. E-mail: paulo@cpafac.embrapa.br

⁽²⁾Universidade Federal de Rondônia, Avenida Norte Sul, nº 7.300, Campus de Rolim de Moura, CEP 76940-000 Rolim de Moura, RO. E-mail: jaiorafaelmdias@hotmail.com

Resumo – O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho de normas de sistema integrado de diagnose e recomendação (DRIS) regionais e inter-regionais no diagnóstico nutricional de café Conilon (*Coffea canephora*). Dados foliares de N, P, K, Ca e Mg, referentes a 268 lavouras cafeeiras do Espírito Santo e de Rondônia, foram utilizados para a definição de quatro conjuntos de normas DRIS: três para condições específicas (normas regionais) e um para todas as condições testadas (normas inter-regionais). As lavouras apresentavam grandes diferenças quanto ao manejo e às condições ambientais. Após o estabelecimento das normas, os diagnósticos nutricionais obtidos a partir delas foram confrontados entre si. Todas as normas foram efetivas em proporcionar diagnósticos que distinguíssem padrões nutricionais das lavouras, tanto no Espírito Santo como em Rondônia. Na norma DRIS inter-regional, as médias e os desvios-padrão das relações multivariadas entre os nutrientes apresentaram valores intermediários, em comparação aos obtidos nos conjuntos de normas regionais. Não foi constatada aleatoriedade no diagnóstico nutricional com uso das normas inter-regionais, o qual apresentou elevado grau de concordância com o das normas regionais. Normas específicas somente devem ser utilizadas nas condições em que foram geradas, enquanto normas genéricas apresentam aplicabilidade mais ampla sem prejuízo à acurácia dos diagnósticos.

Termos para indexação: *Coffea canephora*, diagnose foliar, normas específicas, normas gerais, nutrição de plantas.

Regional and inter-regional DRIS norms for nutritional evaluation of Conilon coffee

Abstract – The objective of this work was to evaluate the performance of regional and inter-regional norms of the diagnosis and recommendation integrated system (DRIS) on the nutritional diagnosis of Conilon coffee (*Coffea canephora*). Data on foliar contents of N, P, K, Ca, and Mg, obtained from 268 coffee crops from the states of Espírito Santo and Rondônia, Brazil, were used to define four sets of DRIS norms: three for specific conditions (regional norms), and one for all the tested conditions (inter-regional norms). Crops differed greatly as to management and environmental conditions. After the determination of the norms, the nutritional diagnoses obtained from them were confronted with each other. All the norms were effective in providing diagnoses to distinguish the nutritional patterns of the crops, both in the states of Espírito Santo and Rondônia. For the inter-regional DRIS norms, the means and standard deviations of the multivariate ratios between nutrients had intermediate values in comparison to those obtained for the sets of regional norms. No randomness was observed in the nutritional diagnosis provided by inter-regional norms, which had a great agreement level with the one provided by regional norms. Specific norms should be used only in the conditions in which they were developed, whereas generic norms have a wider applicability without jeopardizing the accuracy of the diagnosis.

Index terms: *Coffea canephora*, foliar diagnosis, specific norms, generic norms, plant nutrition.

Introdução

A abordagem tradicional para a avaliação do estado nutricional das plantas, por meio da comparação dos teores foliares com os valores padrões (faixa de suficiência ou nível crítico), depende de ensaios de

calibração entre os teores dos nutrientes no órgão avaliado e a produtividade vegetal (Serra et al., 2010). Uma vez que inúmeros fatores, além do nutriente avaliado, interferem na produtividade vegetal, os ensaios de calibração devem ser realizados em condições controladas, nas quais todos os demais

fatores são mantidos constantes e em níveis ótimos (Khalajabadi, 2008). Portanto, nesta abordagem tradicional, espera-se que o princípio de controle local proporcione o máximo de uniformização das condições de crescimento das lavouras.

Já o sistema integrado de diagnose e recomendação (DRIS), preconiza que todas as condições possíveis nos sistemas de produção comerciais, ou mesmo experimentais, devem ser monitoradas, e que estas façam parte dos procedimentos estatísticos para a obtenção das normas DRIS. Assim, as normas DRIS, teoricamente, dispensam calibração local (Rodríguez & Rodríguez, 2000), para que todas as interações entre os nutrientes sejam consideradas no modelo. Nesta abordagem, o controle local não é desejável (Beaufils, 1973), e espera-se o máximo de variabilidade para que se possa identificar as interações entre os nutrientes e entre os fatores de produção que possam afetar o equilíbrio fisiológico nutricional das lavouras.

Ao envolver relações bivariadas ou multivariadas entre os nutrientes, os índices DRIS fornecem uma estimativa de suas taxas relativas de acumulação e desconsideram o efeito do acúmulo de biomassa (Wadt & Novais, 1999). Consequentemente, esses índices minimizam os efeitos de local, pois estes se expressam de maneira mais acentuada no acúmulo de biomassa. O mesmo processo de mitigação dos efeitos não controlados do acúmulo de biomassa na diagnose foliar ocorre com a utilização de relações multivariadas (Parent, 2011).

Entretanto, diversos autores têm ignorado esses princípios na aplicação do DRIS e adotado, cada vez mais, normas DRIS regionais ou específicas para determinadas condições. Partelli et al. (2006b) compararam o diagnóstico nutricional de lavouras cafeeiras convencionais e orgânicas com normas DRIS específicas para cafeeiros orgânicos e convencionais, e constataram que as normas específicas para um tipo de manejo não devem ser aplicadas em lavouras conduzidas sob outro tipo de manejo, o que é indício de especificidade das normas DRIS. Este entendimento tem sido compartilhado por outros autores, os quais têm desenvolvido normas DRIS específicas para determinadas regiões ou locais (Arizaleta et al., 2002; Martinez et al., 2004; Barbosa et al., 2006; Farnezi et al., 2009; Lana et al., 2010).

Dias et al. (2010) também relataram a ocorrência de especificidade nas normas DRIS de cupuaçueiros

cultivados em sistemas agroflorestais e em monocultivo. Porém, ao testarem um conjunto de normas DRIS genéricas, obtidas de pomares cultivados em sistemas agroflorestais e em monocultivo, observaram diagnósticos semelhantes aos obtidos pelas normas específicas. A possibilidade dos índices DRIS em avaliar corretamente o estado nutricional com uso de normas não específicas também foi demonstrada por Wadt (2005), em café Conilon cultivado no norte do Estado do Espírito Santo, onde, mesmo sem haver a estratificação prévia das populações, as normas DRIS possibilitaram a distinção dos padrões nutricionais entre lavouras cultivadas em diferentes ambientes geológicos.

Essas diferenças na abordagem para a obtenção das normas DRIS têm sérias implicações tanto para a pesquisa quanto para a aplicação dos resultados. Se as normas específicas ou regionais melhorarem significativamente o diagnóstico do estado nutricional das plantas, para cada condição de manejo e região do país, serão necessárias pesquisas direcionadas ao desenvolvimento de normas locais, o que implicaria em um grande esforço de tempo, recursos financeiros e áreas para o monitoramento nutricional. Contudo, se as normas genéricas forem mais adequadas, o esforço deverá ser para desenvolver mecanismos de compartilhamento de dados entre os diversos agentes envolvidos na aquisição e na aplicação dessas informações, para a obtenção do maior volume de dados possível, para tornar as estimativas das estatísticas populacionais mais confiáveis.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho de normas DRIS regionais e inter-regionais no diagnóstico nutricional de café Conilon (*Coffea canephora* Pierre).

Material e Métodos

Foram utilizados dois conjuntos de dados de monitoramento de lavouras de café Conilon: um do Estado de Rondônia e outro do Estado do Espírito Santo. Para o primeiro conjunto de dados, foram amostrados 111 talhões com *C. canephora*, distribuídos em 62 propriedades rurais do Município de Nova Brasilândia D'Oeste, no centro sul do Estado de Rondônia, em um retângulo que envolvia as coordenadas: 11°31'24,96"S e 62°11'49,92"W por 11°46'32,16"S e 62°28'40,80"W, com área aproximada

de 868 km². A temperatura média anual na região experimental situa-se em 25°C, e a precipitação média em 2.000 mm por ano. As lavouras amostradas encontravam-se sob condições variadas de manejo fitotécnico (espaçamento, podas e número de ramos ortotrópicos por cova), material genético e fertilidade do solo. Nenhuma das lavouras monitoradas apresentou histórico de uso de fertilizantes minerais ou correção do solo, tendo sido consideradas como de baixa a média produtividade, com produtividade inferior a 30 sacas por hectare de café beneficiado.

Nessas lavouras, a amostragem dos tecidos foi realizada entre os meses de agosto e setembro de 2009, em 50 plantas tomadas ao acaso, tendo-se coletado, em cada planta, um par de folhas do terceiro ou do quarto nó de ramo plagiotrópico, a partir do ápice, presente no terço mediano superior das plantas, no estágio fenológico de “grão chumbinho”.

As folhas, após coleta, foram acondicionadas em sacos de plástico e imediatamente guardadas em caixa de isopor com gelo. Após a interrupção do metabolismo das folhas pelo esfriamento, estas foram retiradas dos sacos de plástico, colocadas para secar em sacos de papel e levadas ao laboratório. No laboratório, as amostras passaram por lavagem e, posteriormente, foram secas em estufa com circulação forçada de ar regulada a 65°C, por 72 horas.

Foram analisados os teores de: cálcio e magnésio, por espectrofotometria de absorção atômica; potássio, por fotometria de chama; e fósforo, por espectrofotometria de luz visível, após extração em solução nítrico-perclórica. O nitrogênio total foi determinado após digestão sulfúrica, pelo método de Kjeldahl (Carmo et al., 2000).

O segundo conjunto de dados, tomado de 62 lavouras cafeeiras (*C. canephora*), durante o período de 1987 a 1989, foi originalmente publicado por Bragança et al. (1990), em um total de 157 amostras foliares durante o período de monitoramento, dos quais foram utilizados apenas os dados dos teores foliares de N, P, K, Ca e Mg. Nessas lavouras, a produtividade variou de 2 a 117 sacas por hectare de café beneficiado.

Foram obtidas normas DRIS para relações multivariadas log centradas (Parent, 2011), para quatro arranjos de dados: lavouras do Espírito Santo com produtividade maior que 30 sacas por hectare, consideradas, no presente trabalho, como de alta produtividade, denominadas de normas DRIS-ESap,

o que totalizou 24 amostras; total das 157 amostras tomadas por Bragança et al. (1990), em lavouras do Espírito Santo, denominadas de normas totais do Espírito Santo (DRIS-ES_t); total de lavouras amostradas em Rondônia, denominadas de normas DRIS-RO_t; e lavouras cafeeiras dos estados do Espírito Santo e de Rondônia, denominadas de normas inter-regionais ou genéricas (DRIS-GNR), o que totalizou 268 amostras.

Em cada amostra, os teores foliares foram ajustados para dag kg⁻¹, e, em seguida, calculou-se o valor de R, dado pela diferença entre 100 e o somatório dos teores dos nutrientes nas folhas: $R = 100 - (vN + vP + vK + vCa + vMg)$, em que R é o conteúdo de matéria seca da amostra e de outros nutrientes não avaliados, e vN, vP, vK, vCa e vMg são os teores de N, P, K, Ca e Mg, respectivamente. Para cada dado de amostra foliar, calculou-se a média geométrica dos teores nutricionais pela expressão: $mGeo = (vN \times vP \times vK \times vCa \times vMg \times R)^{(1/6)}$. Em seguida, para cada nutriente, foi obtida sua relação multivariada, a qual consistiu do logaritmo neperiano do teor do nutriente dividido pela média geométrica da amostra foliar: $zX = LN (vX/mGeo)$, em que zX representa o valor da relação multivariada para cada um dos nutrientes avaliados (zN, zP, zK, zCa e zMg), expressos em dag kg⁻¹. As normas DRIS multivariadas foram obtidas desse conjunto de dados, pelo cálculo da média aritmética e do desvio-padrão, para cada um dos arranjos de dados descritos acima (ESap, ES_t, RO_t e GNR).

A determinação dos índices DRIS multivariados (ou índice CND, no método da diagnose da composição nutricional) foi feita, para cada nutriente e para cada amostra foliar, por meio da expressão: $IX = (mX - mx)/dx$, em que mX é a relação multivariada para cada um dos nutrientes avaliados, e mx e dx são a média aritmética e o desvio-padrão da relação multivariada (normas DRIS multivariadas), respectivamente.

Todas as lavouras foram avaliadas quanto ao estado nutricional pelos quatro arranjos de normas DRIS (ESap, ES_t, RO_t e GNR). A seguir, o índice de balanço nutricional médio (IBNm) foi obtido pela média aritmética do módulo de todos os índices DRIS multivariados dos nutrientes N, P, K, Ca e Mg. Para a interpretação dos índices DRIS, utilizou-se o critério do potencial de resposta à adubação (PRA) (Wadt, 2005), ajustado a três classes de estado nutricional: equilíbrio, $|IX| < IBNm$, tendo-se atribuído valor zero para esta

condição; insuficiência, $|IX| > IBNm$ e $IX < 0$, valor -1; e excesso, $|IX| > IBNm$ e $IX > 0$, valor 1.

Os diagnósticos obtidos de todas as amostras foliares foram comparados quanto ao grau de concordância relativo a cada arranjo de norma DRIS, tendo-se computado, para cada amostra foliar e nutriente, os casos de concordância. Foram considerados diagnósticos concordantes quando duas diferentes normas resultaram no mesmo diagnóstico (insuficiência, equilíbrio ou excesso). Os resultados foram expressos, para cada um dos nutrientes avaliados, em percentagem de diagnósticos corretos para: lavouras do Espírito Santo de alta produtividade, lavouras do Espírito Santo de média a baixa produtividade e lavouras de Rondônia.

Para testar a aleatoriedade da frequência com que os nutrientes foram classificados nas classes de estado nutricional, contabilizou-se o total de casos, para cada norma DRIS aplicada, em que N, P, K, Ca e Mg foram classificados como insuficientes, equilibrados ou em excesso. Em seguida, determinou-se a frequência esperada de ocorrência (aleatória) dos estados nutricionais, por meio da divisão do total de casos pelo número de nutrientes avaliados (cinco). Posteriormente, comparou-se a frequência observada – por exemplo: 2, 58, 47, 58 e 20 casos em que N, P, K, Ca e Mg foram apontados como insuficientes nas lavouras do Espírito Santo com a aplicação das normas DRIS inter-regionais – com a frequência esperada (37, 37, 37, 37 e 37) no caso de aleatoriedade no número de vezes que cada nutriente seria classificado como insuficiente, em que o valor 37 foi obtido do somatório do número de casos observados ($2 + 58 + 47 + 58 + 20$) dividido pelo número de nutrientes avaliados (5). A probabilidade de desvio da distribuição aleatória entre a frequência observada foi determinada pelo teste do qui-quadrado.

Resultados e Discussão

As lavouras de Rondônia apresentaram menores teores de N e Mg, e maiores de P, K e Ca, em comparação às lavouras do Espírito Santo (Tabela 1). Possivelmente, os menores teores de N e Mg tenham refletido a ausência, em Rondônia, da prática de adubação e calagem, respectivamente. O N está entre os nutrientes recomendados em maiores quantidades para adubação de lavouras cafeeiras em fase de produção (Prezotti et al., 2007; Bragança et al., 2009).

Os maiores teores de P e K encontrados nas lavouras de Rondônia (Tabela 1) podem estar relacionados a menores exportações via colheita, já que a maioria das lavouras amostradas apresentou de média a baixa produtividade. Em lavouras cafeeiras produtivas, sob alta densidade de plantio, é comum a ocorrência de maiores concentrações de K e P nos frutos, enquanto o N concentra-se preferencialmente nas folhas (Neves et al., 2006).

Nas lavouras de Rondônia, também observou-se maior coeficiente de variação (CV), para teores de Mg, P e Ca, e menor para N e K (Tabela 1), resultado semelhante ao obtido por Partelli et al. (2006b), em café Conilon cultivado sob sistema orgânico. É importante destacar que, quanto maior o valor do CV, maior será a amplitude da faixa crítica nutricional. Consequentemente, a precisão do diagnóstico tende a ser reduzida.

As normas DRIS multivariadas apresentam valores negativos ou positivos, quando o teor médio de cada nutriente está acima ou abaixo da média geométrica, respectivamente (Parent, 2011). Ao se comparar as diferentes normas DRIS multivariadas, verificou-se que lavouras de alta produtividade (30 ou mais sacas por hectare) apresentaram valores intermediários, para todas as relações multivariadas dos nutrientes avaliados e, também, para o índice de biomassa, em comparação aos valores obtidos das normas derivadas da totalidade de lavouras do Espírito Santo e de Rondônia (Tabela 2).

No cálculo dos índices DRIS, a diferença entre a média multivariada de um nutriente na amostra foliar

Tabela 1. Teores foliares de N, P, K, Ca e Mg em lavouras de café Conilon nos estados do Espírito Santo e de Rondônia.

Parâmetro	N	P	K	Ca	Mg
----- (g kg ⁻¹) -----					
Lavouras de alta produtividade, Espírito Santo					
Média	27,31	1,22	20,70	14,36	3,25
Desvio-padrão	2,12	0,21	4,20	2,57	0,76
CV (%)	7,76	17,25	20,27	17,92	23,49
Total de lavouras avaliadas no Espírito Santo					
Média	28,66	1,18	20,12	12,81	3,27
Desvio-padrão	2,60	0,24	4,24	2,45	0,81
CV (%)	9,07	20,36	21,06	19,11	24,75
Total de lavouras avaliadas em Rondônia					
Média	23,56	1,51	25,09	17,61	3,08
Desvio-padrão	2,61	0,35	4,00	3,35	1,16
CV (%)	11,10	22,89	15,95	19,04	37,60

e a sua respectiva norma está no numerador da função que estima o equilíbrio nutricional; entretanto, tão ou mais importante é o conhecimento da variabilidade amostral da estimativa dos teores nutricionais na população de plantas, denominada de referência. Isso porque esta estimativa (desvio-padrão amostral) aparece no denominador das funções DRIS e, quanto menor o seu valor, maior será o peso do nutriente amostrado na estimativa do desequilíbrio nutricional (Wadt & Novais, 1999).

À exceção de N e Ca, a variabilidade das relações multivariadas na norma DRIS de plantas de alta produtividade do Estado do Espírito Santo foi menor que a observada nas normas específicas para as duas regiões avaliadas (Tabela 2). Para N, a menor variabilidade foi observada nas normas DRIS de todas as lavouras do Espírito Santo, e, para Ca, nas normas DRIS de todas as lavouras de Rondônia.

O coeficiente de variação não seguiu uma tendência clara, tendo sido menor para P e Mg, nas normas DRIS-ESap; menor para N e Ca, nas normas DRIS-Est; e menor para K, nas normas DRIS-ROt (Tabela 2).

As normas DRIS inter-regionais (GNR), em comparação às demais, apresentaram valores

intermediários das relações multivariadas e dos coeficientes de variação dos nutrientes avaliados e da biomassa. A exceção foi para P e Mg, que, nas normas DRIS-GNR, apresentaram estimativas de variabilidade (desvio-padrão amostral e coeficientes de variação) entre os maiores valores observados (Tabela 2). O foco para o desenvolvimento de normas DRIS não deve estar voltado exclusivamente para o conhecimento dos teores nutricionais ótimos de um grupo restrito de lavouras, mas, também, para o conhecimento da variabilidade que ocorre em lavouras sadias. Assim, conforme preconiza Beaulieu (1973), lavouras sadias, de média produtividade, podem ser tomadas como referência. No entanto, este conceito vem sendo paulatinamente abandonado por inúmeros autores (Martinez et al., 2004; Partelli et al., 2006a; Farnezi et al., 2009; Lana et al., 2010), que têm aplicado o desenvolvimento de normas DRIS específicas para determinada região ou condição de manejo, sob o argumento de que o diagnóstico produzido por essas normas seria diferente do produzido por normas mais genéricas e, portanto, teria maior utilidade na identificação dos desequilíbrios nutricionais. Contudo, o argumento da maior utilidade de normas específicas foi apenas suposto nestes trabalhos, sem ter havido comprovação independente.

Ao se comparar cada um dos diagnósticos obtidos para cada nutriente, pelo método PRA, para os quatro grupos de normas DRIS testadas no presente trabalho, verificou-se que o grau de concordância entre as diferentes normas DRIS não foi elevado. Houve casos em que o número de concordâncias foi muito baixo, principalmente para N; além disso, 11 das 24 comparações testadas apresentaram grau de concordância inferior a 50% (Tabela 3). Já os nutrientes Ca e P, apresentaram grau de concordância inferior a 50% em três e um dos casos, respectivamente.

P, K, Mg, Ca e N apresentaram diagnósticos produzidos pelas diferentes normas DRIS com concordância superior a 80% em 13, 12, 11, 6 e 4 casos, respectivamente (Tabela 3). Destaca-se que, em relação ao N, em três dos quatro casos em que se obteve grau de concordância superior a 80%, a comparação envolvia normas DRIS-GNR (Tabela 3). Dias et al. (2011), ao avaliar o PRA de N, P, K, Ca e Mg em cupuaçueiros, por meio de cinco diferentes grupos de normas DRIS, concluíram que, para N, P e Ca, normas DRIS genéricas (obtidas a partir de 48

Tabela 2. Parâmetros de normas DRIS, para relações multivariadas log centradas de N, P, K, Ca e Mg, e matéria seca, de quatro diferentes arranjos⁽¹⁾ de lavouras de café Conilon.

Parâmetro	N	P	K	Ca	Mg	MS
Normas DRIS-ESap						
Média	0,448	-2,67	0,152	-0,207	-1,704	3,982
Desvio-padrão	0,102	0,135	0,184	0,146	0,201	0,086
CV (%)	22,8	5,1	121,1	70,5	11,8	2,2
Normas DRIS-ESt						
Média	0,507	-2,682	0,145	-0,288	-1,683	4,002
Desvio-padrão	0,101	0,168	0,217	0,164	0,218	0,077
CV (%)	19,9	6,3	149,7	56,9	13,0	1,9
Normas DRIS-ROt						
Média	0,236	-2,526	0,290	-0,067	-1,85	3,917
Desvio-padrão	0,119	0,178	0,192	0,13	0,273	0,098
CV (%)	50,4	7,0	66,2	194,0	14,8	2,5
Normas DRIS-GNR						
Média	0,395	-2,618	0,205	-0,196	-1,752	3,967
Desvio-padrão	0,172	0,188	0,218	0,186	0,255	0,096
CV (%)	43,5	7,2	106,3	94,9	14,6	2,4

⁽¹⁾DRIS-ESap, normas derivadas de lavouras de alta produtividade (acima de 30 sacas por hectare) no Estado do Espírito Santo; DRIS-ESt, do total de lavouras avaliadas no Espírito Santo; DRIS-ROt, do total de lavouras avaliadas em Rondônia; DRIS-GNR, normas genéricas, ou inter-regionais, obtidas do total de lavouras do Espírito Santo e de Rondônia.

pomares) produziram diagnóstico semelhante ao das normas DRIS específicas; enquanto, para K e Mg, os diagnósticos produzidos não foram concordantes.

A aplicação de normas DRIS inter-regionais a um determinado grupo de lavouras foi o procedimento que apresentou o maior grau de concordância com o diagnóstico produzido pela aplicação de normas específicas a essas lavouras (Tabela 3). Por exemplo, na avaliação de lavouras de alta produtividade do Espírito Santo, as normas que apresentaram maior média de diagnósticos concordantes foram as GNR x

Tabela 3. Grau de concordância (%), entre os diagnósticos nutricionais, proporcionado por normas DRIS obtidas a partir de quatro diferentes arranjos⁽¹⁾ de lavouras de café Conilon, com destaque para as comparações dentro dos grupos locais (LC).

Diagnósticos comparativos	Média geral	N	P	K	Ca	Mg
Normas DRIS-ESap						
GNR x ROt	56	29	67	63	63	58
GNR x ESt	68	46	71	88	58	79
GNR x ESap LC	83	67	88	88	92	83
ROt x ESt	39	13	46	58	25	54
ROt x ESap LC	48	17	54	58	63	50
ESt x ESap LC	81	75	83	92	58	96
Normas DRIS-ESt						
GNR x ROt	70	59	83	81	67	70
GNR x ESt LC	74	56	79	77	69	87
GNR x ESap	87	83	86	83	90	91
ROt x ESt LC	51	25	70	62	38	63
ROt x ESap	65	47	78	71	62	67
ESt x ESap LC	81	65	90	88	74	89
Normas DRIS-ROt						
GNR x ROt LC	68	46	83	79	59	71
GNR x ESt	84	70	87	87	93	81
GNR x ESap	89	86	87	95	90	86
ROt x ESt LC	59	32	72	70	55	63
ROt x ESap LC	63	37	70	77	63	66
ESt x ESap	90	85	93	92	86	95
Normas DRIS-GNR						
GNR x ROt LC	69	51	81	78	63	69
GNR x ESt LC	77	61	81	82	78	84
GNR x ESap LC	87	83	86	88	90	88
ROt x ESt	53	27	68	65	43	62
ROt x ESap	62	40	72	72	62	65
ESt x ESap	85	74	90	90	78	92

⁽¹⁾DRIS-ESap, normas derivadas de lavouras de alta produtividade (acima de 30 sacas por hectare) no Estado do Espírito Santo; DRIS-ESt, do total de lavouras avaliadas no Espírito Santo; DRIS-ROt, do total de lavouras avaliadas em Rondônia; DRIS-GNR, normas genéricas, ou inter-regionais, obtidas do total de lavouras do Espírito Santo e de Rondônia.

ESap e ESt x ESap (83 e 81% de grau de concordância, respectivamente). Para o conjunto de lavouras do Espírito Santo, as maiores concordâncias foram obtidas com o uso das normas ESt x ESap e GNR x Est (81 e 74%, respectivamente). Para lavouras de Rondônia, o maior grau de concordância foi observado com as normas GNR x ROt, com 68% de grau de concordância. Finalmente, no total de lavouras avaliadas, o maior grau de concordância foi obtido nas comparações entre as normas GNR x ESap e ESt x ESap, com 87 e 85% de grau de concordância, respectivamente.

A aplicação de normas específicas para uma condição, quando aplicadas a uma condição diferente, resulta em diagnósticos distintos, como foi verificado por Partelli et al. (2006a), em cafeeiros, e Dias et al. (2010), em cupuaçueiros. Os últimos autores observaram que a coerência entre diagnósticos produzidos por normas DRIS genéricas e específicas é desejável, pois, neste caso, a busca por normas para cada situação deixa de fazer sentido. Dias et al. (2010) também demonstraram que normas mais genéricas seriam capazes de apresentar elevado grau de concordância com as normas específicas, resultado também obtido no presente trabalho (Tabela 3).

Contudo, elevada concordância não implica, necessariamente, que a avaliação do estado nutricional da lavoura esteja adequada, já que as comparações entre os diagnósticos das diferentes normas ou fórmulas não estão fundamentadas na resposta agrônômica da planta à efetiva correção das deficiências nutricionais. Neste sentido, Wadt et al. (2012) relataram graus de concordância de 85 a 96%, no diagnóstico nutricional de cupuaçueiros, por meio das fórmulas de Jones (1981) e de Beaufils (1973); porém, o número de casos de efetiva deficiência, para cada um dos nutrientes avaliados, mostrou-se independente das frequências apontadas pelo diagnóstico DRIS, ou seja, as frequências dos casos de insuficiências foram relativamente aproximadas entre os nutrientes avaliados, indício de aleatoriedade na avaliação do estado nutricional.

No presente trabalho, esta aleatoriedade não foi observada em nenhum dos grupos de normas DRIS testados em lavouras do Espírito Santo. Tendo como base o diagnóstico realizado por normas específicas nesse estado, as frequências de nutrientes na classe de insuficiência foram de: Ca, 36%; P, 29%; K, 22%; Mg, 18%; e N, 8% (Tabela 4), o que configura distribuição não aleatória, pelo teste do qui-quadrado (Tabela 5).

Para o Estado de Rondônia, o uso de normas específicas resultou nas seguintes frequências de nutrientes na classe de insuficiência: N, 28%; Ca, 26%; P e Mg, 22%; e K, 18% (Tabela 4). Essa distribuição apresentou 79% de probabilidade de ser aleatória, pelo teste do qui-quadrado (Tabela 5).

Já as normas inter-regionais produziram resultado completamente distinto, tanto para a importância relativa dos nutrientes como para a não aleatoriedade na distribuição dos casos de insuficiência. Nas lavouras do Espírito Santo, Ca, P e K continuaram sendo os nutrientes mais limitantes da produtividade, com frequência de 37, 37 e 30% de lavouras deficientes, respectivamente. Nesse estado, Mg e N, diagnosticados respectivamente com 13 e 1% de lavouras com insuficiência, seriam os nutrientes menos limitantes da produtividade (Tabela 4). O teste do qui-quadrado

confirmou a não aleatoriedade dessa distribuição (Tabela 5).

Em Rondônia, 60% e 40% das lavouras apresentaram N e Mg como nutriente insuficiente, respectivamente. Observou-se menor frequência de limitação para: P, 11%; K, 5%; e Ca, 2% (Tabela 4), que também é uma distribuição não aleatória (Tabela 5).

Com relação à distribuição dos nutrientes nas classes de equilíbrio nutricional, apenas o uso de normas DRIS inter-regionais em lavouras de Rondônia proporcionou uma distribuição não aleatória a 10% de probabilidade (Tabela 5). Para os casos de excesso, apenas lavouras de Rondônia, com normas específicas, apresentaram distribuição aleatória; nas demais situações, a distribuição não foi aleatória.

Wadt (2005) demonstrou que normas DRIS não específicas para uma determinada condição seriam capazes de distinguir adequadamente a distribuição das lavouras quanto à classe de solo em que estariam sendo cultivadas. Este resultado é similar ao obtido no presente trabalho, em que normas DRIS inter-regionais foram capazes de distinguir diferentes padrões nutricionais nas lavouras cafeeiras, decorrentes de condições climáticas e tecnológicas distintas das lavouras no Espírito Santo e em Rondônia. Silva et al. (2011) utilizaram normas DRIS publicadas por Martinez et al. (2004) para avaliar a distribuição espacial da produtividade e do balanço nutricional de cafeeiros da Zona da Mata de Minas Gerais, e também observaram que as normas utilizadas foram eficazes em reconhecer diferentes padrões nutricionais entre lavouras das variedades de Catuaí e Catucaí.

Tabela 4. Distribuição (%) das classes de estado nutricional diagnosticadas em lavouras de café Conilon, em relação a N, P, K, Ca e Mg, de acordo com o uso de normas DRIS⁽¹⁾ inter-regionais (GNR) ou específicas (ESap e ROT), nos estados do Espírito Santo e de Rondônia.

Estado nutricional	Normas inter-regionais		Normas específicas	
	Espírito Santo	Rondônia	Espírito Santo	Rondônia
N				
Insuficiência	1	60	8	28
Equilibrado	52	40	54	49
Excesso	47	0	38	23
P				
Insuficiência	37	11	29	22
Equilibrado	52	59	53	55
Excesso	11	30	18	23
K				
Insuficiência	30	5	22	18
Equilibrado	55	65	54	53
Excesso	15	31	24	29
Ca				
Insuficiência	37	2	36	26
Equilibrado	55	57	54	48
Excesso	8	41	11	26
Mg				
Insuficiência	13	40	18	22
Equilibrado	57	50	54	59
Excesso	31	11	27	20

⁽¹⁾ESap, normas derivadas de lavouras de alta produtividade (acima de 30 sacas por hectare) no Estado do Espírito Santo; ROT, normas do total de lavouras avaliadas em Rondônia; GNR, normas genéricas, ou inter-regionais, obtidas do total de lavouras do Espírito Santo e de Rondônia.

Tabela 5. Probabilidade de desvio da distribuição aleatória, para frequências de casos de insuficiência, em equilíbrio ou excesso nutricional, de acordo com o diagnóstico realizado por grupos de normas DRIS⁽¹⁾ inter-regionais (GNR) ou específicas (ESap e ROT), nos estados do Espírito Santo e de Rondônia.

Estado nutricional	Normas inter-regionais		Normas específicas	
	Espírito Santo	Rondônia	Espírito Santo	Rondônia
Insuficiência	0,00	0,00	0,00	0,79
Equilibrado	0,96	0,10	1,00	0,79
Excesso	0,00	0,00	0,00	0,58

⁽¹⁾ESap, normas derivadas de lavouras de alta produtividade (acima de 30 sacas por hectare) no Estado do Espírito Santo; ROT, normas do total de lavouras avaliadas em Rondônia; GNR, normas genéricas, ou inter-regionais, obtidas do total de lavouras do Espírito Santo e de Rondônia.

Esses resultados são indicativos de que normas DRIS genéricas, por considerarem um maior número de interações entre os nutrientes, podem ser tão ou mais adequadas que as normas DRIS específicas, o que leva à necessidade de se reavaliar a abordagem adotada para a obtenção das normas para cafeeiros.

Portanto, recomenda-se que o banco de dados para a obtenção das normas DRIS seja amplo e capaz de representar todas as interações que ocorrem nas lavouras cafeeiras, o que exige atualização constante, por meio do monitoramento nutricional.

Conclusões

1. A utilização de norma DRIS inter-regional não causa aleatoriedade no diagnóstico nutricional.

2. Os diagnósticos realizados com a norma inter-regional apresentam elevado grau de concordância com os realizados com as normas específicas.

3. Normas específicas somente devem ser utilizadas nas condições em que foram geradas, enquanto normas genéricas apresentam aplicabilidade mais ampla sem que haja prejuízo na acurácia dos diagnósticos.

Referências

- ARIZALETA, M.; RODRÍGUEZ, O.; RODRÍGUEZ, V. Relación de los índices DRIS, índices de balance de nutrientes, contenido foliar de nutrientes y el rendimiento del café en Venezuela. **Bioagro**, v.14, p.153-159, 2002.
- BARBOSA, D.H.S.G.; VIEIRA, H.D.; PARTELLI, F.L.; SOUZA, R.M de. Estabelecimento de normas DRIS e diagnóstico nutricional do café arábica na região noroeste do Estado do Rio de Janeiro. **Ciência Rural**, v.36, p.1717-1722, 2006.
- BEAUFILS, E.R. **Diagnosis and recommendation integrated system (DRIS)**: a general scheme for experimentation and calibration based on principles developed from research in plant nutrition. Pietermaritzburg: University of Natal, 1973. 132p. (Soil science bulletin, 1).
- BRAGANCA, S.M.; ALVAREZ VENEGAS, V.H. **Avaliação do estado nutricional do café Conilon (*Coffea canephora*) no norte do Estado do Espírito Santo, através do sistema integrado de diagnose e recomendações (DRIS)**. Vitória: Emcapa, 1990. 12p. (Emcapa. Pesquisa em andamento, 57).
- BRAGANÇA, S.M.; SILVA, E.B.; MARTINS, A.G.; SANTOS, L.P.; LANI, J.A.; VOLPI, P.S. Resposta do café Conilon à adubação de NPK em sistema de plantio adensado. **Coffee Science**, v.4, p.67-75, 2009.
- CARMO, C.A.F. de S. do; ARAÚJO, W.S. de; BERNARDI, A.C. de C.; SALDANHA, M.F.C. **Métodos de análise de tecidos vegetais utilizados pela Embrapa Solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2000. 41p. (Embrapa Solos. Circular técnica, 6).
- DIAS, J.R.M.; PEREZ, D.V.; SILVA, L.M. da; LEMOS, C. de O.; WADT, P.G.S. Normas DRIS para cupuaçuzeiro cultivado em monocultivo e em sistemas agroflorestais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.45, p.64-71, 2010.
- DIAS, J.R.M.; WADT, P.G.S.; FOLLE, F.A.; SOLINO, A.J. da S.; DELARMELINDA, E.A.; TAVELLA, L.B. Potencial de resposta à adubação para N, P, K, Ca e Mg em cupuaçuzeiros avaliados por diferentes normas DRIS. **Acta Amazônica**, v.41, p.77-82, 2011.
- FARNEZI, M.M. de M.; SILVA, E. de B.; GUIMARÃES, P.T.G. Diagnose nutricional de cafeeiros da região do Alto Jequitinhonha (MG): normas DRIS e faixas críticas de nutrientes. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.33, p.969-978, 2009.
- JONES, W.W. Proposed modifications of the Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS) for interpreting plant analysis. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v.12, p.785-794, 1981.
- KHALAJABADI, S.S. **Fertilidad del suelo y nutrición del café en Colombia**. Chinchiná: Cenicafe, 2008. 44p. (Boletín técnico, 32).
- LANA, R.M.Q.; OLIVEIRA, S.A. de; LANA, Â.M.Q.; FARIA, M.V. de. Levantamento do estado nutricional de plantas de *Coffea arabica* L. pelo DRIS, na região do Alto Paranaíba – Minas Gerais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.34, p.1147-1156, 2010.
- MARTINEZ, H.E.P.; SOUZA, R.B. de; ALVAREZ, V.H.; MENEZES, J.F.S.; NEVES, Y.P.; OLIVEIRA, J.A. de; ALVARENGA, A. de P.; GUIMARÃES, P.T.G. **Nutrição mineral, fertilidade do solo e produtividade do café nas regiões de Patrocínio, Manhuaçu, Viçosa, São Sebastião do Paraíso e Guaxupé**. Viçosa: Epamig, 2004. 60p. (Epamig. Boletim técnico, 72).
- NEVES, Y.P.; MARTINEZ, H.E.P.; AMARAL, J.F.T. do; SOUZA, R.B. de; DOMINGOS, D.R. Produtividade y acumulación de materia seca, N, P y K por cultivares de *Coffea arabica* L. **Coffee Science**, v.1, p.156-167, 2006.
- PARENT, L.-E. Diagnosis of the nutrient compositional space of fruit crops. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.33, p.321-334, 2011.
- PARTELLI, F.L.; VIEIRA, H.D.; MARTINS, M.A. Nutritional diagnosis of the organic Conilon coffee trees (*Coffea canephora* Pierre ex Froehn): sufficiency range approach for leaves and soil. **Coffee Science**, v.1, p.43-49, 2006a.
- PARTELLI, F.L.; VIEIRA, H.D.; MONNERAT, P.H.; VIANA, A.P. Estabelecimento de normas DRIS em café conilon orgânico ou convencional no Estado do Espírito Santo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.30, p.443-451, 2006b.
- PREZOTTI, L.C.; BRAGANÇA, S.M.; MARTINS, A.G.; LANI, J.A. Calagem e adubação. In: FERRÃO, R.G.; FONSECA, A.F.A. da; BRAGANÇA, S.M.; FERRÃO, M.A.G.; DE MUNER, L.H. **Café conilon**. Vitória: Incaper, 2007. p.329-343.
- RODRÍGUEZ, O.; RODRÍGUEZ, V. Desarrollo, determinación e interpretación de normas DRIS para el diagnóstico nutricional en plantas. Una revisión. **Revista de la Facultad de Agronomía (LUZ)**, v.17, p.449-470, 2000.
- SERRA, A.P.; MARCHETTI, M.E.; VITORINO, A.C.T.; NOVELINO, J.O.; CAMACHO, M.A. Determinação de faixas

normais de nutrientes no algodoeiro pelos métodos CHM, CND e DRIS. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.34, p.105-113, 2010.

SILVA, S. de A.; LIMA, J.S. de S.; QUEIROZ, D.M. de. Spatial variability in nutritional status of arabic coffee based on dris index. **Revista Ceres**, v.58, p.256-261, 2011.

WADT, P.G.S. Relationships between soil class and nutritional status of coffee plantations. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.29, p.227-234, 2005.

WADT, P.G.S.; DIAS, J.R.M.; PEREZ, D.V.; LEMOS, C. de O. Interpretação de índices DRIS para a cultura do cupuaçu. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.36, p.125-135, 2012.

WADT, P.G.S.; NOVAIS, R.F. O monitoramento nutricional frente aos métodos diagnósticos no planejamento das adubações. In: SIMPÓSIO SOBRE MONITORAMENTO NUTRICIONAL PARA A RECOMENDAÇÃO DE ADUBAÇÃO DE CULTURAS, 1999, Piracicaba. **Anais**. Piracicaba: Potafos, 1999. v.1, p.1-18.

Recebido em 3 de fevereiro de 2012 e aprovado em 30 de abril de 2012